

干旱胁迫对光果甘草幼苗根系 MDA 含量及保护酶 POD、CAT 活性的影响

梁新华, 史大刚

(宁夏大学生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 实验室用甘露醇模拟不同程度干旱胁迫, 观测光果甘草幼苗根系膜脂过氧化水平受影响的情况。结果表明当干旱胁迫程度由 -0.5 MPa 上升到 -1.0 MPa 时, 甘草根系 MDA 的含量随干旱胁迫程度的增强而升高, 同时甘草幼苗根系 POD 活性下降, 而 CAT 的活性则呈现升高趋势。说明干旱胁迫程度由轻度转为中度后, 甘草幼苗的根系产生了膜脂过氧化作用。POD 与 CAT 这两种保护酶活性也随之产生变化, POD 活性先升后降, 而 CAT 活性则持续上升, 二者相互配合协同作用, 以维持和保护甘草幼苗根系细胞膜的完整性, 降低膜脂过氧化水平。

关键词: 光果甘草幼苗; 根系; 干旱胁迫; MDA; POD; CAT

中图分类号: S567.7⁺1, Q945.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0108-03

甘草 (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) 为豆科 (*leguminosae*) 甘草属 (*Glycyrrhiza*) 多年生草本植物, 其根及根状茎有良好的药用价值。具有补脾益气、清热解毒、祛痰止咳、缓急止痛等功效。主要分布在我国的西北和华北地区, 甘草具有耐寒、耐旱、耐热抗盐碱等特性。国内外截止目前对甘草的研究多集中在甘草的药理作用、药用成分及临床方面, 而有关甘草抗旱机理方面的研究报道还比较少。自由基伤害学说认为, 正常情况下植物细胞中存在着自由基及一些活性氧的产生和清除的两个过程。植物在逆境或衰老过程中, 细胞内自由基代谢的平衡被破坏而有利于自由基的产生, 过剩的自由基的毒害之一是引发或加剧膜脂过氧化, 造成细胞膜系统的损伤。超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、过氧化物酶 (peroxidase, POD)、过氧化氢酶 (catalase, CAT) 等能够有效地清除这些自由基, 是酶促防御系统 (即保护酶系统) 的重要组成部分。SOD 能以 O_2^- 为基质进行歧化反应; CAT 可分解 H_2O_2 ; POD 也可清除细胞内有害自由基并能催化有毒物质。人们已应用自由基理论对干旱胁迫下的许多植物如小麦^[9]、花生^[10]、玉米^[11]等生理过程进行了研究。因此我们采用甘露醇模拟干旱胁迫处理光果甘草幼苗, 测定了根系中丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 含量及保护酶 POD、CAT 的活性, 旨在探讨干旱胁迫对甘草幼苗膜脂过氧化的影响以及保护酶系统与抗旱性的关系, 为甘草耐旱机理的研究

提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料及其处理

光果甘草种子取自宁夏盐池。机械碾磨后, 用 0.1% 的 HgCl_2 消毒 10 min, 再用浓硫酸处理 10 min, 经自来水漂洗至无粘性, 用无离子水冲洗 3~4 次后, 用蒸馏水浸泡 8 h 至种子达充分吸水, 培养皿中进行萌发实验, 温度 $23\pm 1^\circ\text{C}$, 7 d 后, 将已发芽长势一致的幼苗移至带孔的塑料泡沫板上, 自来水培养。一周后, 换用改进的 Hoagland 完全营养液, 培养至第一对真叶完全展开, 进行模拟干旱胁迫处理 (即用甘露醇分别配制成 -0.5 MPa 及 -1.0 MPa 两种不同水势的完全营养液, 对甘草幼苗进行根际胁迫处理), 以完全营养液培养的幼苗为对照。各处理均 3 次重复, 干旱胁迫 5 d 后取不同处理的甘草幼苗根系测定相关生理指标, 每项测定重复 4 次。

1.2 测定指标与方法

1.2.1 甘草幼苗根系中 MDA 含量的测定采用硫代巴比妥酸比色法^[1]。

1.2.2 甘草幼苗根系中 POD 活性的测定采用愈创木酚比色法^[1]。

以每分钟内 A_{470} 变化 0.01 为 1 个过氧化物酶活性单位 (u)。

1.2.3 CAT 活性的测定采用紫外吸收法^[2]。

以每分钟内 A_{240} 下降 0.1 为 1 个酶活单位 (u)。

收稿日期: 2005-08-10

基金项目: 宁夏大学自然科学基金重点资助项目 (NS0402)

作者简介: 梁新华 (1974—), 女, 讲师, 硕士, 主要从事植物生理学的教学科研工作。E-mail: houctan@163.com。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系中 MDA 含量的影响

MDA 是膜脂氧化的最终产物,是膜系统受伤害的重要标志之一。其含量可以表示膜脂过氧化作用的程度。本实验中不同程度干旱胁迫对光果甘草幼苗根系中 MDA 含量的影响见图 1。由图 1 可以看出:干旱胁迫 5 d 后,随着干旱胁迫程度的加剧,MDA 的含量呈现上升的趋势,在-1.0 MPa 的干旱胁迫下 MDA 含量最高,为 22.75 $\mu\text{mol/gFW}$,是对照完全营养液培养的甘草幼苗根系中 MDA 含量的 1.27 倍。-0.5 MPa 的干旱胁迫处理下甘草幼苗根系中 MDA 的含量居于三者之间为 18.85 $\mu\text{mol/gFW}$ 。

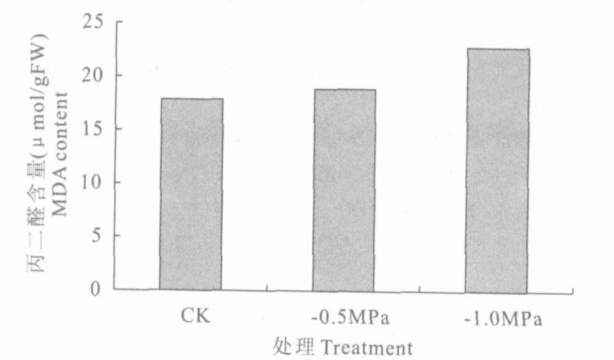


图 1 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系中 MDA 含量的影响
Fig.1 Effect of drought stress on the content of MDA in Glycyrrhiza glabra seedlings roots

2.2 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系 POD 活性的影响

POD 是植物体内担负清除 H_2O_2 的主要酶类之一,POD 能催化 H_2O_2 氧化其他底物后产生 H_2O 。从图 2 可以看出不同程度干旱胁迫处理下,甘草幼苗根系 POD 活性在-0.5 MPa 干旱胁迫下为最高 46.29 $\mu\text{g/(gFW}\cdot\text{min)}$ 。随干旱胁迫程度由轻度加剧到中度(从-0.5 到-1.0 MPa),POD 的活性呈现下降趋势,-1.0 MPa 处理下为 24.85 $\mu\text{g/(gFW}\cdot\text{min)}$,但无论-0.5 MPa 还是-0.1 MPa 干旱胁迫处理甘草幼苗根系 POD 活性均高于完全营养液处理。

2.3 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系 CAT 活性的影响

CAT 也是生物体内极为重要的保护酶,它能清除细胞内过多的 H_2O_2 ,使其维持在低水平上,保护膜的结构。从图 3 可以看出,不同程度干旱胁迫下,光果甘草幼苗根系 CAT 活性随着干旱胁迫程度的加剧呈现上升的趋势。CK 即完全营养液培养时为 0.02 $\text{u/(gFW}\cdot\text{min)}$,-0.5 MPa 的干旱胁迫处理下为 0.04 $\text{u/(gFW}\cdot\text{min)}$,是 CK 的 2 倍,-1.0 MPa 处理下为 0.09 $\text{u/(gFW}\cdot\text{min)}$,是 CK 的 4.5 倍。

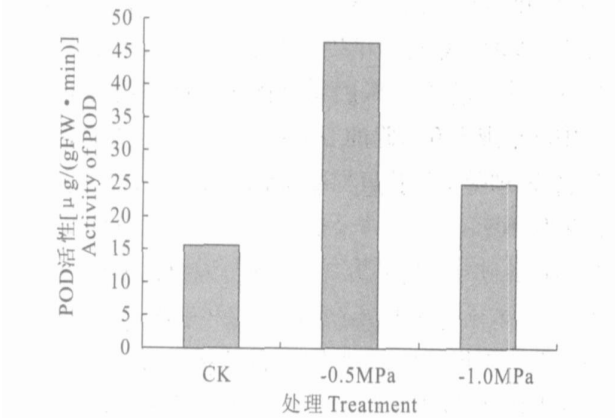


图 2 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系中 POD 活性的影响
Fig.2 Effect of drought stress on activity of POD in Glycyrrhiza glabra seedlings roots

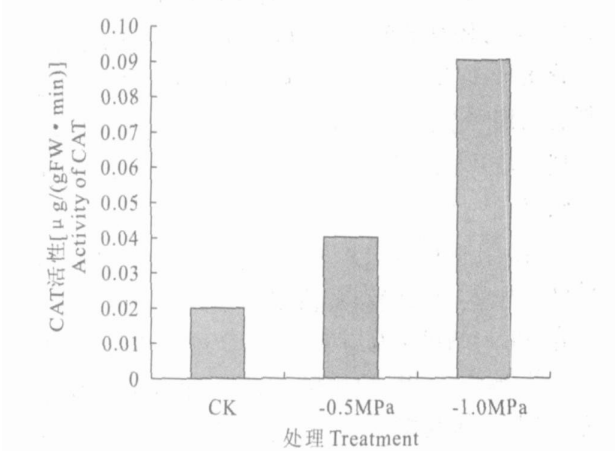


图 3 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系中 CAT 活性的影响
Fig.3 Effect of drought stress on activity of CAT in Glycyrrhiza glabra seedlings roots

3 讨论

通常情况下,植物细胞内自由基的产生与清除处于一种动态平衡,一旦这种平衡遭到破坏,自由基便产生积累,膜内脂双分子层中含有的不饱和脂肪酸就易于氧化分解而造成膜的破坏。体内活性氧增高能启动膜脂过氧化和膜脂脱脂化作用。这种动态平衡被破坏的直接结果就是丙二醛(MDA)含量增加^[3]。本实验中,当模拟干旱胁迫处理光果甘草幼苗时,其根系中 MDA 的含量伴随着干旱胁迫程度的加剧而升高。因为 MDA 是膜脂过氧化作用的产物之一,其含量的高低代表膜脂过氧化程度,即 MDA 含量越高,膜脂过氧化程度越严重,膜透性越大^[12]。由此说明在轻度(-0.5 MPa)和在中度(-1.0 MPa)干旱胁迫下甘草根系发生了明显的膜脂过氧化作用,且中度干旱胁迫造成的膜脂过氧化程度严重于轻度干旱胁迫,这一点与前人在红松、甘薯、烟叶等^[6~8]试验材料上所得的研究结果相同。

即 MDA 的积累与干旱胁迫程度呈正相关。本试验中甘草幼苗根系中 POD 活性随干旱胁迫由轻度转为中度呈现先升后降的变化趋势,而 CAT 活性的变化趋势,则随干旱胁迫程度的加剧而持续上升,这种结果与李明、王根轩^[4]及何冰^[6]等人在甘草幼苗叶片和甘薯叶片上的研究结果相同,说明在干旱胁迫下,甘草根系内保护酶系统的活力和平衡受到破坏,使活性氧累积,启动并加剧膜脂过氧化而造成整体膜的损伤,轻度干旱胁迫较中度干旱胁迫对保护酶的动态平衡影响较小,变化也较平缓,对膜脂的过氧化影响也较小。其中 CAT 比 POD 在干旱胁迫下有更强的应变能力,可以在逆境胁迫加重时过度表达,增强细胞的防卫能力。这两种保护酶相互配合协同作用,能够较高效的清除 H_2O_2 , 确保较低的膜脂过氧化水平,以维持甘草幼苗根系细胞膜的完整性,降低膜的伤害率,表现出很强的抗旱适应性,估计这种表现也是甘草广泛分布于干旱、半干旱荒漠草原区的原因之一^[5]。

然而在本试验中,CAT 活性与他人在不同试验材料上所得结果比较,数值相对较低。分析产生这一结果的原因可能有以下几点:① 影响酶活性的因素很多,酶活性的变化敏感,不仅与水分关系有关,还与不同试验材料、试验材料的不同生育进程、营养状况等因素有关。② 由于本试验是在室内模拟干旱胁迫条件下进行,所采用渗透溶液为甘露醇溶液,与其他渗透溶液如 PEG 溶液、蔗糖溶液胁迫处理相比,结果会有什么不同,未进行比较试验,有待进一步研究。③ 不同的 CAT 测定方法,如高锰酸钾滴定法和紫外吸收法会对同一试验材料试验结果有什么影响也需进一步比较研究。④ 虽然本试验中所用

药品均为分析纯,但人为操作过程是否会造成用于比色的溶液中含有其它在 240 nm 下具有强吸收作用的物质不能确定,如果含有,会对测定结果产生干扰。

参 考 文 献:

- [1] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000. 164—165, 260—261.
- [2] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版公司, 2000. 194.
- [3] 胡学俭,孙明高,夏 阳,等. 胁迫对无花果与海棠膜脂过氧化作用及保护酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(5): 937—943.
- [4] 李 明,王根轩. 干旱胁迫对甘草幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(4): 503—507.
- [5] 贾志宽,王龙昌,马 林. 白刺花适应干旱的生理机制[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 106—110.
- [6] 何 冰,许鸿源,陈 京. 干旱胁迫对甘薯叶片质膜透性及抗氧化酶类的影响[J]. 广西农业大学学报, 1997, 16(4): 287—290.
- [7] 汪耀富,孙德梅,李杜潮. 干旱胁迫对烟叶膜脂过氧化特性的影响[J]. 河南农业科学, 1995, (8): 12—15.
- [8] 阎秀峰,李 晶,祖元刚. 干旱胁迫对红松幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 850—854.
- [9] 吕 庆,郑荣梁. 干旱及活性氧引起小麦膜脂过氧化与脱酯化[J]. 中国科学(C 辑), 1996, 26(1): 26—30.
- [10] 潘瑞炽,豆志杰,叶庆生. 茉莉酸甲酯对水分胁迫下花生幼苗 SOD 活性和膜脂过氧化作用的影响[J]. 植物生理学报, 1995, 21(3): 221—228.
- [11] 沈秀瑛,徐卉昌,戴俊英. 干旱对玉米叶 SOD、CAT 及酸性磷酸酯酶活性的影响[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(3): 183—186.
- [12] 王启明,徐心诚,马原松,等. 干旱胁迫下大豆开花期的生理生化变化与抗旱性的关系[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 98—101.

Effect of drought stress on the content of malondialdehyde and activity of cell defense enzymes in *Glycyrrhiza glabra* seedlings roots

LIANG Xin-hua, SHI Da-gang

(Life school of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: *Glycyrrhiza glabra* seedlings were treated with the osmotic stress solution mannitol (-0.5 MPa, -1.0 MPa). The content of MDA and two defense enzymes activities (POD, CAT) in *Glycyrrhiza glabra* seedlings roots were measured at the fifth day after treatment. The content of MDA increased at -0.5 MPa and -1.0 MPa mannitol stress, the increase rate was higher at -1.0 MPa stress than that at -0.5 MPa stress, POD activity increased at -0.5 MPa stress and declined at -1.0 MPa stress, CAT activities raised with the stress level. This result suggested that the two defense enzymes POD and CAT might play a key role in reducing lipid peroxidation under drought stress.

Keywords: *Glycyrrhiza glabra* seedlings; roots; drought stress; MDA; POD; CAT